홍수정보지도 작성방법에 관한 연구

Establishment Methodologies for Flood Information Map

한건연*, 김극수**, 최승용***, 이용신****

Kun Yeun Han, Keuk Soo Kim, Seung Yong Choi, Yong Shin Lee

요 지

지구 온난화에 의한 엘리뇨, 라니냐의 발생은 한반도에 커다란 기후변화를 가져왔다. 이러한 변화는 연간 총 강우량은 크게 변화하지 않았지만 강우강도가 증가하고, 태풍의 규모가 커지는 등 홍수방어의 측면에서 상당한 어려움을 야기하고 있다. 2006년 태풍 '에위니아'와 이에 뒤이은 태풍과 중국 북부지방의 기단이 장마전선을 형성하며 사상 최고의 강우강도를 기록한 집중호우는 미래의 기후조건이 극단의 사상으로 변화하고 있으며 이에 따른 구조적/비구조적 대책이 요구됨을 단적으로 드러내는 예이다. 이러한 집중호우들의 결과로 발생하는 제방붕괴 등으로 인한 홍수범람은 수많은 인명과 재산의 피해를 발생시키고 있다.

따라서, 본 연구에서는 500년 빈도 홍수유출에 의한 제방붕괴모의를 실시하고 강원도 원주시에 대한 침수심과 범람범위를 도출하고, 해당 침수지역의 홍수위험강도(침수심×유속)를 구하였고, FEMA에서 제시한 바 있는 Downstream Hazard Classification Guidelines(USBR, 1988)의 사람 및 가옥에 대한 위험 정도를 도출하였으며, 이 자료들을 근간으로 하여 침수심과 범람범위의 정보를 포함하고 있던 범람지도와 지역별 홍수의 세기를 표현하는 홍수위험 정보를 GIS Tool(ArcView, ArcGIS, CAD 등)들을 이용하여 표출함으로써 좀 더 효율적이고 체계적인 홍수지도를 작성하였다.

본 연구의 결과로 작성된 홍수위험정보 지도(침수심, 유속분포도, 홍수위험강도)는 주민의 대피이동시나 대피지구 선정, 홍수로부터 발생하는 피해에 대한 최적화된 대응·대비, 도시개발계획 수립시 개발지역의 선정 등에 기초자료로 사용될 수 있을 것으로 판단되었다. 다양한 정보를 포함하고 있는 홍수정보 지도의 작성을 통해 기존 침수깊이와 범람범위의 1차적인 정보에서 수립할 수 있었던 계획이 가질 수 있었던 한계점을 좀 더 향상된 정보를 이용하여 극복함으로써 효율적이고 체계적인 치수·방재 계획수립이 가능할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 홍수정보, 범람지도, 홍수위험강도

1. 서 론

지구 온난화는 더 이상 미래의 이야기가 아닌 현재 인류가 극복해야 할 과제이다. 지구 온난화는 기후의 변화로 인해 연간 총 강우량은 크게 변화하지 않았지만 강우강도가 증가하고, 태풍의

* 정회원 · 경북대학교 토목공학과 교수 · E-mail : kshanj@knu.ac.kr
** 정회원 · 경북대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : logic4@nate.com
*** 정회원 · 경북대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : ecofriend@hanmail.net
**** 정회원·경북대학교 토목공학과 석사과정·E-mail : ocean47@empas.com

규모가 커지는 등 홍수방어의 측면에서 보았을 때 상당히 불리한 측면이 많은 것이 사실이다. 또한 최근 중국 북부 내륙지역의 고온현상으로 인해 장마가 소강상태를 보이는 반면 7월 하순 이후 찬 공기가 남하, 기층이 불안정해지면서 우리나라에 국지성 집중호우가 급증하고 있다. 이러한 집중호우들의 결과로 발생하는 제방붕괴 등으로 인한 홍수범람은 수많은 인명과 재산의 피해를 발생시키고 있다.

2. 홍수위험정보

기존 홍수지도는 단순히 침수심과 범람범위를 도시하는 것에 지나지 않았다. 그러나 이러한 1차원적인 해석의 결과의 단순한 도시는 명확한 홍수방어와 침수지역의 위험도 산정에 있어서 한계를 가지고 있다. 따라서, 홍수지도 작성시 하도홍수류 소통시 발생 될 수 있는 제방월류로 인한 제방붕괴와 제방붕괴로 인한 제내지 2차원 범람모의가 필요하며 이를 통해 좀 더 정확한 침수심과 범람 범위를 산정하고 침수심과 유속을 통해 홍수위험강도, 사람과 가옥에 미치는 홍수 위험정보를 산정/도시하여 홍수대책수립 및 방어시스템 구축에 유용한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

2.1 침수심

침수심은 홍수위험정보에서 가장 기본적인 정보로써, 하천 홍수위의 상승으로 인한 제방월류의 결과로 야기되는 제내지의 침수구역의 침수깊이를 나타내는 지표이다. 침수심의 크기는 침수로 인한 위험의 크기에 비례하는 지표로서, 2차원 제내지 범람모의를 통해 도출될 수 있으며, 건물 및 도로 등의 지형지물의 반영을 통해 정확한 침수심을 모의할 수 있다.

2.2 홍수위험강도

홍수위험강도(flood risk intensity)는 홍수류가 가지는 피해강도를 의미하는 것으로서 홍수의 수심과 유속의 곱(차원은 $[L^2T^{-1}]$) 으로 표시된다. Metric 단위를 이용한 경우 그 값이 0.0~0.5인 경우 강도가 낮음을 의미하고, 0.5~2.0인 경우 강도가 중간 정도임을 의미하며, 2.0 이상인 경우 강도가 높음을 의미한다. 홍수위험강도가 낮은 경우에 나타날 수 있는 상황은 사람은 큰 위험을 느끼지는 않으나, 건물 등에는 일부분 재산피해를 일으킬 수 있는 정도이고, 홍수위험강도가 중간정도 경우의 나타날 수 있는 상황은 실외에 있는 사람은 위험을 느끼며, 건물 등에는 상당부분 재산피해를 일으킬 수 있는 정도이다. 또한 홍수위험강도가 높은 경우의 나타날 수 있는 상황은 실내·외에 있는 사람은 위험을 느끼며, 건물, 수공구조물 등에는 파괴를 동반한 큰 재산피해를 일으킬 수 있는 정도이다.

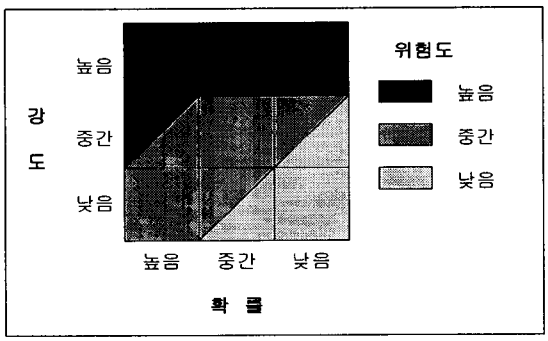

그림 1. 홍수위험강도

2.3 Hazard Classification

위험이란 댐이나 기타 수공구조물에서 유출된 홍수나 구조물의 부분/완전 파괴로 기인한 범람으로 인해 발생하는 생명과 재산의 잠재적 손실로 정의할 수 있다. 위험의 분류(Hazard Classification)는 현존하는 댐이나 제방의 조건 그리고 그에 부속된 구조물 또는 댐, 제방의 예견된 거동이나 운영과 관련이 있는 것은 아니다. 이는 특정 댐 또는 제방이 붕괴하였을 때 하류부의 인류의 삶과 자산에 미치는 잠재적인 위험의 상태를 나타내는 것이다.

수심-유속의 홍수 위험 수준 관계는 그림 2와 같이 낮은 위험영역, 판단 영역, 높은 위험영역의 세 가지로 나눌 수 있다. 각각의 영역에 대한 설명은 다음과 같다. 낮은 위험영역(Low-Danger Zone)은 만약 가능한 위험에 대한 수심-유속 관계가 이 영역에 속한다면, 하류부에서의 위험과 관련된 위험이 0이 될 것이고, 높은 위험영역(High-Danger Zone)은 만약 가능한 위험에 대한 수심-유속 관계가 이 영역에 속한다면, 가능한 모든 하류지역이 위험하다는 것을 의미하며, 판단 영역(Judgement Zone)은 낮은 위험영역과 높은 위험영역은 각각 인명의 위험이 없을 것인가와 인명의 위험이 있을 것인가에 관한 두 가지의 극단적인 상황을 나타낸다. 이러한 두가지 극단의 중앙에 존재하는 영역이 중간영역이다. 모든 홍수사상은 독특한 특성을 가질 뿐 아니라, 인명의 위험을 초래할 수 있는 모든 인자들을 이해하는 것은 불가능하기 때문에 이러한 사상은 중간영역에 포함될 것이다. 그러므로 이러한 경우에 인명에 대한 위험 여부를 결정하는 것은 엔지니어의 판단에 맡겨진다. 가능한 몇 가지의 의견과 일반적 합의 사이에서 위험분석 전문가들은 의사결정을 내려야 할 것이다.

3. 홍수위험정보의 작성

본 연구에서는 비정형 2차원 모의를 통하여 원주천 유역의 제방붕괴를 모의하였으며, 모의결과 얻어진 x, y방향의 유속과 수심을 통해 홍수위험정보 지도를 작성하였다. 모의결과 범람지역의 유속, 침수심과 홍수위험강도에 관한 지도를 그림 3 ~ 그림 5와 같이 작성하였으며, 유속과 침수심을 그림 2의 그래프에 도시하였으며, 사람과 가옥에 미치는 위험도에 대한 지도를 그림 6 ~ 그림 7과 같이 작성하였다.

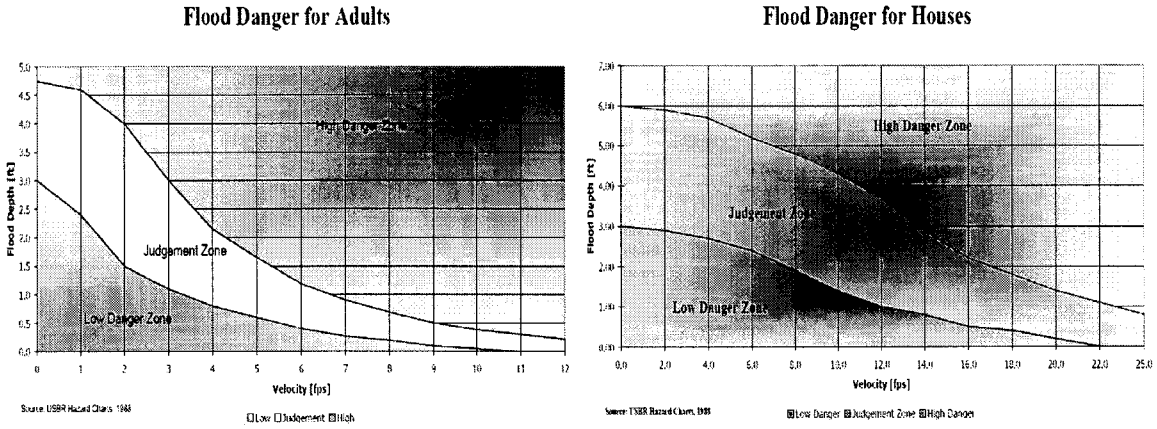

그림 2. FEMA에서 제시한 홍수위험분류 기준

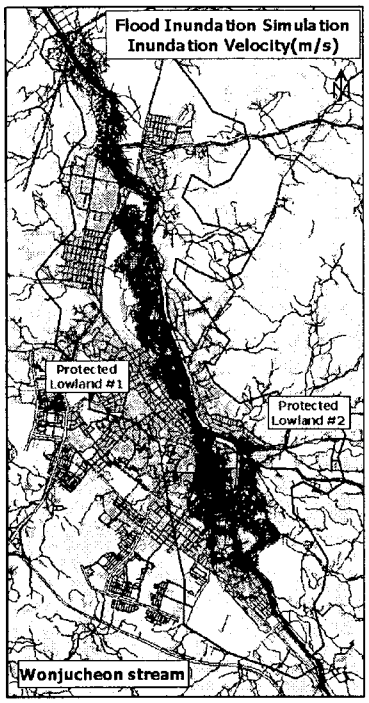

그림 3. 유속도

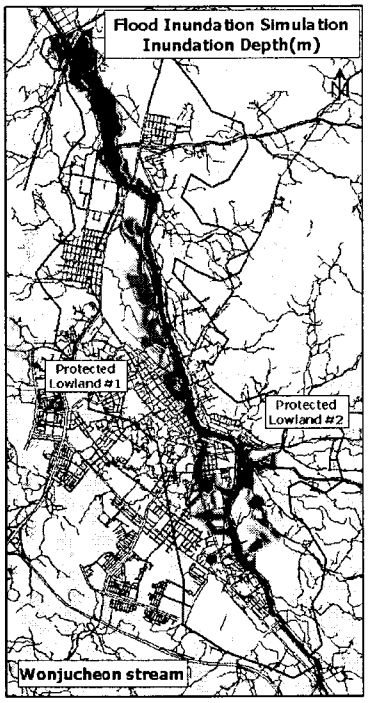

그림 4. 침수심도

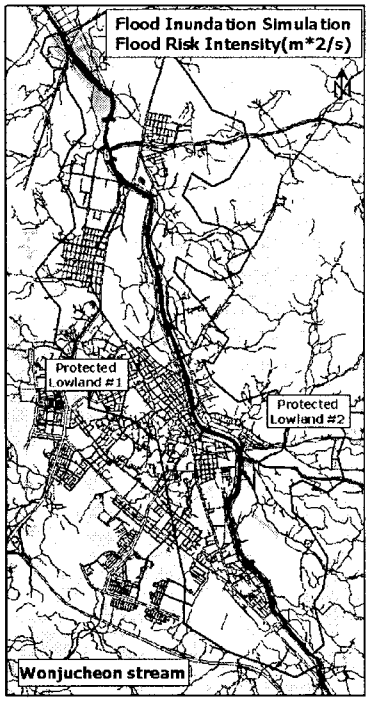

그림 5. 홍수위험강도

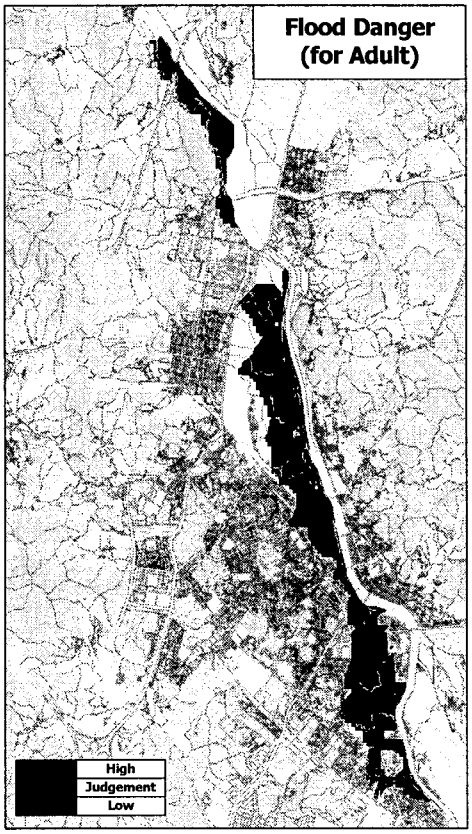

그림 6. 홍수위험정보지도(사람)

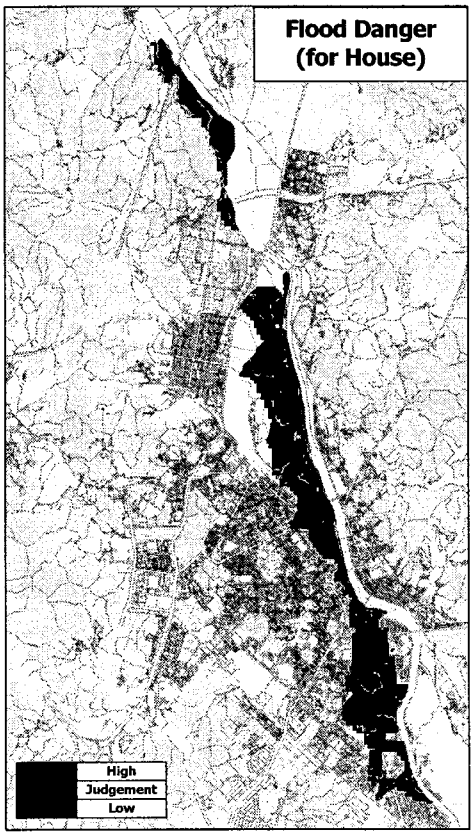

그림 7. 홍수위험정보지도(가옥)

4. 결 론

본 연구에서는 500년 빈도 홍수시 원주천 제방붕괴에 의한 2차원 범람모의를 수행하여 홍수 침수심, 홍수 유속도를 작성하였고, 이를 바탕으로 홍수지표 개념을 도입하여 대상유역의 홍수위험지도를 작성하였다. 또한 FEMA에서 제시한 Hazard Classification의 사람 및 가옥에 미치는 위험도를 낮은 위험영역(Low-Danger Zone), 판단영역(Judgement Zone), 높은 위험영역(High-Danger Zone)의 3단계로 구분하여 나타내었다. 본 연구의 주요 연구결과는 다음과 같이 요약될 수 있다.

1. 500년 빈도 홍수 시 원주천 제방붕괴로 인한 원주천유역의 비정형 2차원 모의를 실시하여 침수지도를 작성하였다. 작성된 침수지도는 침수심 및 유속에 대한 정보를 포함한다. 다양한 홍수빈도에 적용 시 더욱 정확한 홍수방어 및 대처를 가능하게 할 것이다.
2. 홍수지표 중 하나인 홍수위험강도 개념을 도입하여 위험지도를 작성하였다. 이는 침수지도의 결과와 유사한 결과를 나타내었고, 빈도별로 범람모의를 수행하여 홍수위험강도를 표현하였을 경우 주민의 대피 이동시나 대피지구 선정 등에 기초자료로 사용될 수 있다.
3. FEMA에서 제시한 Hazard Classification의 기준으로 사람과 가옥에 미치는 홍수의 위험정보를 Hazard Classification의 3가지 영역으로 분류하였고, 그 결과를 GIS 상에 도시하므로써 제방붕괴 홍수로 인해 사람과 가옥의 위험에 대한 정보를 쉽게 검색할 수 있게 하였다. 국내 기준에 맞는 Hazard Classification 기준을 다양한 주제별로 산정한다면 홍수 위험도 산정 및 대피계획 수립에 있어서 좋은 지표로 활용될 수 있을 것이다.
4. 침수지도는 다른 위험정보를 가진 위험지도의 작성에 기초를 이루고 있으며, 홍수위험강도의 개념을 도입한 위험지도는 비상 상황시 비상대피지역의 선포 및 경보, 긴급주민대피에 활용될 수 있다. Hazard Classification에 의해 작성된 사람과 가옥에 미치는 홍수위험정보지도는 주제별 피해 및 위험 가능성에 대해 3단계로 간략하게 구분된 지표를 제시하므로써 방재대책 수립, 유역종합치수대책, 개발예정지역의 선정 등에 활용될 수 있을 것이다.

감 사 의 글

이 연구는 소방방재청 자연재해저감기술개발사업(과제명:내배수 침수재해 저감기술개발) 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. Han, K.Y., Lee, J.T., and Park, J.H. (1998). "Flood inundation analysis resulting from levee-break." Journal of Hydraulic Research, Vol. 36, No. 5, pp. 747-760.
2. Kurt Goldsmith (1993) Economic and Financial Analysis of Hydropower Projects, Norwegian Institute of Technology Division of Hydraulic Engingeering, pp.47-49.
3. USACE (1995). Procedural Guidelines for Estimating Residential & Business Structure Value for Use in Flood Damage Estimations.
4. USBR(1988). Downstream Hazard Classification Guidelines.